

ANGABEN ZUM MIKROKLIMA DER HÖHLEN BEI LILLAFÜRED

von
GY. SZABÓ

Selbständige Mitteilungen über das Mikroklima der Höhlen bei LILLAFÜRED sind nicht erschienen. In Verbindung mit der Beschreibung der Höhlen können wir allgemeine Bemerkungen bezüglich der Luft der Höhlen finden; diese Hinweise stützen sich aber nicht auf Untersuchungsergebnisse. H. Kessler und G. Megay stellen fest, dass da die Lufttemperatur mit unwesentlichen Abweichungen im Winter und im Sommer 10°C ist, er weist auch darauf hin, dass die tröpfelnde Wassermenge — die in der Höhle zu beobachten ist — mit den Niederschlagsverhältnissen des BÜKK-GEBIRGES in engem Zusammenhang steht.

In den zwei Höhlen von Lillafüred hat das Meteorologische Institut der Universität SZEGED Mikroklimauntersuchungen im August 1955 10 Tage lang durchgeführt, deren Ergebnisse noch nicht mitgeteilt sind. Mit Hinsicht darauf, dass die Untersuchungen nur sehr kurze Zeit dauerten, und das Institut keine Möglichkeit hat diese weiterzuführen, habe ich während einer längeren Zeit in diesen Höhlen Lufttemperatur- und Luftfeuchtheitsmessungen durchzuführen versucht.

Meine Untersuchungen habe ich zwischen April 1960 und März 1961 durchgeführt mit Stationsthermometern, Assmannschen Psychrometern, Thermograph, Hygograph und Flügelrad-Anemometer, weiterhin hatte ich die Möglichkeit die Angaben des in der ISTVÁN-TROPFSTEINHÖHLE aufgestellten Tröpfelmessers zu benutzen.

Das Material meiner Beobachtungen bezieht sich hauptsächlich auf die Winter-Jahreshälfte, eben deshalb möchte ich mit dem Benützen der Angaben meines Untersuchungsmaterials vom Oktober 1960 bis März 1961 ein skizzenhaftes Bild über die Mikroklimaverhältnisse der Höhlen geben. Obwohl meine Beobachtungen in dieser Jahreshälfte nicht vollständig und ununterbrochen sind, geben sie doch einige charakteristische Angaben zur Beurteilung des Mikroklima der ISTVÁN-TROPFSTEINHÖHLE, und der FORRÁS-KALKTUFFHÖHLE.

Zur Auswertung der Mikroklimata dieser zwei Höhlen ist es nötig — wenn auch nicht eingehend — das Mikroklima des BÜKK-GEBIRGES durchzuschauen.

Über das Klima des Bükk-Gebirges

Die Klimaverhältnisse des BÜKK-GEORGES versuche ich auf Grund der Angaben der Meteorologischen Stationen von MISKOLC, LILLAFÜRED, HOLLÓSTETŐ und BÁNKÚT zu demonstrieren. (Tabelle I., II., III.)

TABELLE I.

Die monatlichen und jährlichen Temperaturmittelwerte im Durchschnitt von 50 Jahren (1901—1950.)

Höhe über dem Meeresspiegel	Station	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jährlich
130	Miskolc	—3,3	—1,4	4,1	10,6	10,6	18,9	21,2	20,1	16,0	10,2	4,1	—0,4	9,7
310	Lillafüred	—3,5	—1,8	3,0	8,5	13,7	16,8	18,7	17,0	14,3	9,1	2,8	—1,3	8,2
572	Hollósterő	—3,4	—2,6	2,0	7,2	13,1	15,9	18,0	17,5	14,0	8,2	1,7	—1,7	7,2
880	Bánkut	—3,9	—3,3	0,6	5,8	11,1	13,8	15,8	15,4	11,9	6,5	1,0	—2,2	6,0

TABELLE II.

Mittlere Zahl der Sommertage, der Hitzetage und der heißen Tage, sowie der Frosttage, der Eistage und der rauhen Tage

Station	Sommertage Max.=25°C	Hitzetage Max.=30°C	Heiße Tage Max.=35°C
Miskolc	77	22	2
Lillafüred	28	5	—
Bánkut	3	—	—

Station	Frosttage Min.=0°C	Eistage Max.=0°C	Rauhe Tage Min.=—10°C
Miskolc	105	36	17
Lillafüred	134	33	25
Bánkut	131	61	19

TABELLE III.

Durchschnittliche Niederschlagsmenge (1901—1940)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Miskolc	28	27*	32	41	64	77	61	61	54	50	49	39	583 mm
Lillafüred	34*	35	49	54	81	87	74	71	68	62	63	49	727 mm
Hollósterő	38*	39	54	59	89	96	82	79	76	68	70	54	804 mm
Bánkut	42*	43	58	68	102	112	90	89	82	78	75	56	896 mm

Den niedrigsten Wert erreicht die Temperatur im Januar, den höchsten im Juli. Die Temperaturunterschiede in verschiedenen Höhen über dem Meeresspiegel sind besonders im Sommer gross, in den Wintermonaten sind sie verhältnissmässig kleiner. Zwischen diesen Werten können mehrere Grade Unterschiede sein — zwischen den nördlichen und südlichen Seiten, zwischen den einzelnen Gebieten der Frostwinkeln, Kesseln, Plateaus — dem Lokalklimat gemäss.

Die Veränderung der Temperaturwerte zeigt sich auch in der Zahl der Tage, welche verschiedene Temperatur haben. Dem Gebirgsklima entsprechend nimmt sich die Hitze und die Zahl der Sommertage und der heissen Tage mit der Höhe über dem Meeresspiegel ab. In der Zahl der Wintertage finden wir aber keine eindeutige Veränderung. Die Zahl der Eistage ist in BÁNKÚT beinahe zweimal so gross wie in LILLAFÜRED, die Zahl der rauhen Tage sind dagegen weniger. Dieser Unterschied wird verursacht dadurch, dass LILLAFÜRED in einem geschlossenen Kesseltal liegt; die kalte Luft sammelt sich an, es bildet sich oft Nebel, und das hindert die tägliche Erwärmung. BÁNKÚT bekommt dagegen wegen der niedrigen Wolkenschicht eine bedeutende Dosis Sonnenstrahlung. Die Insolationsverhältnisse des BÜKK-GEBIRGES sind veränderlicher als die der weiter südlich liegenden grossen UNGARISCHEN TIEFEBENE. In Winterzeit bekommen die nördlichen Abhänge kaum oder überhaupt keine Strahlung, auf die südlichen dagegen fällt noch mehr Strahlung, als auf die Ebene. Die Täler sind arm an Sonnenschein, die Gipfel reich. In den Sommermonaten ist die Strahlungsmenge in den Gebirgen kleiner als auf der Ebene, in den Wintermonaten dagegen — am meisten wegen der Inversion — grösser. Im Gebiet des BÜKK-GEBIRGES schwankt die Zahl der sonnigen Stunden im jährlichen Durchschnitt zwischen 1750 und 2000 Stunden.

Über die Verteilung des Niederschlages bekommen wir auch ein veränderliches Bild. Das Plateau und das Gebirge des BÜKK sind schon hoch genug dazu, dass sie den Niederschlag grösserer Dunstmengen ermöglichen. Das Gebirge bekommt in der Sommer-Jahreshälfte mehr, in der Winterjahreshälfte weniger Niederschlag. Der meiste Niederschlag fällt im Mai und Juni, der wenigste im Januar und Februar. Im BÜKK wurden jährlich 20–30 Gewitter beobachtet. Die Sommer-Wolkenbrüche verursachen Flut und wesentliche Zerstörung auf den Bergseiten.

Das Windsystem von LILLAFÜRED wird durch die Orographie modifiziert. Im Tal des GARADNA-BACHES kommt in W–E, im Tal des SZINVA-BACHES — auch vor der ISTVÁN-HÖHLE — in N–S Richtung eine sogenannte Kanalwirkung zur Geltung.

Im BÜKK-GEBIRGE kann der Berg-Tal Wind regelmässig beobachtet werden. Die Höhlen sind von der Klimawirkung der Bodenoberfläche durch eine 25–50–100 m dicke Felsenschicht getrennt. Es ist natürlich, dass in den Höhlen von den äusseren Verhältnissen abweichende spezielle Mikroklimaverhältnisse entstanden sind.

Die István-Tropfsteinhöhle bei Lillafüred

Das BÜKK ist ein an Karsterscheinungen reiches Kalksteingebirge. Auf dem 7–800 m hohen BÜKK-PLATEAU können wir trichterförmige Karstlöcher, schlüsselförmige Vertiefungen und Wasserschlinger finden. Diese weisen darauf

hin, dass zu diesen im Inneren des Berges auch unterirdische Höhlensysteme gehören. Diese Karstformen finden wir auch im ISTVÁN-DOLINENGELÄNDE welche — als Fortsetzung der ISTVÁN-HÖHLE — noch weitere, riesige Höhlen vermuten lassen. Auf dem BÜKK-PLATEAU finden wir kaum, oder überhaupt kein Wassernetz. Das Zuflussgebiet der ISTVÁN-HÖHLE beginnt bei der LÉTRÁS-SPITZE, (auf Grund der sich von hier in West-Ost Richtung ziehenden Karstlöcher-Reihe) und wird von einer Seite vom SAVÓS-TAL, von den anderen vom VESSZÓS-TAL begrenzt. In diesem Gebiet geht das Niederschlagswasser seinen Weg durch die Spaltungen des Gesteins, und durch die Wasserschlinger weiter im Inneren des Berges. Im Inneren des Berges ist ein dem Oberflächenwassernetz ähnliches inneres Wassernetz entstanden.

Die ISTVÁN-HÖHLE bei LILLAFÜRED ist im Mittleren Trias, in gut geschichteten, mit Diabas und Porphyry gemischten weissen Asinuskalkstein entstanden. In der Ausbildung des unterirdischen Höhlensystems der ISTVÁN-HÖHLE haben auch mehrere Faktoren der Natur eine Rolle gespielt: tektonische Bewegungen, Korrosionsvorgänge, die Erosionsarbeit und hydrostatischer Druck der Karst-Bäche usw. Unter diesen Faktoren spielt natürlich das von klimatischen Verhältnissen stammende, den Kalkstein lösende, (als Karstwasser) und die Höhlengänge erosierende (als Höhlenbach) Niederschlagswasser die wichtigste höhlenbildende Rolle.

Die ISTVÁN-HÖHLE, ihren Charakter betreffend, ist eine Tropfstein-Höhle mit einem Etage-System, deren Wasserschlinger sich im ISTVÁN-DOLINENGELÄNDE befinden. Die bekannte obere Etage beginnt beim RIESIGEN WASSERFALL, bei der oberen Schicht der Tuffsteinablagerung ungefähr in 18 m Höhe. Diese Ablagerung ist in ähnlicher Höhe in der TORDAI KLUFT gut zu beobachten. Die Gänge in der GROSSEN KUPPELHALLE, die Höhlen in der HINTEREN HALLE der vermuteten oberen Etage gehen weiter in demselben Niveau. In die horizontalen Gänge der oberen Etage ist es sehr schwer einzudringen, weil diese während der Zeit von den oben heruntergefallenen Schutt oder von Ton verlegt worden sind. Während der Eiszeit war die Erosionsbasis in diesem Niveau und da ist eine Quelhöhle entstanden. In späteren Zeiten hat sich das BÜKK-GEBIRGE erhoben, die Erosionsbasis ist gesunken, und dann hat der Höhlenbach die mittlere Etage ausgehöhlt. In Folge der weiteren Hebung des Gebirges bzw. mit dem Sinken der Erosionsbasis befindet sich der Höhlenbach 10—15 m unter der jetzigen Oberfläche im Niveau der SOLTÉSZ-QUELLE und im Niveau der 2. Quelle der FORRÁS-HÖHLE.

Die ehemaligen Höhlengänge der oberen Etage sind jetzt trocken, in der mittleren Etage fließt Wasser als Bach nur gelegentlich einer Höhlenflut, aber die unterste Etage, der untere Gang, ist eine Höhle mit Bächen und mit aktivem Charakter. Die ISTVÁN-HÖHLE bei LILLAFÜRED liegt im Tal des SZINVA-BACHES, neben der Landstrasse MISKOLC—EGER, beim östlichen Bergfuss der ISTVÁN-SPITZE.

Die Höhle ist in Trias-Kalkstein entstanden, sie nimmt das Niederschlagswasser vom östlichen Teil der BÜKK-HOCHEBENE, näher vom ISTVÁN-BERG und vom István Dolinengelände und vom kleineren Teil der LÉTRÁS SPITZE.

Die Höhe über dem Meeresspiegel des Einganges der 450 m langen Tropfsteinhöhle — die eine E—W Hauptrichtung besitzt — ist 316 m, diese Höhe ist zugleich der niedrigste Punkt des zugbaren Teiles der Höhe. (Abb. 1.)

Die tiefste Stelle der Höhle ist in 294 m Tiefe im LEJTÖS-SCHACHT, der mit Strickleiter zu erreichen ist. Die höchsten Punkte sind, mit Ausnahme der jetzt unter Aufschluss stehenden Teile der HINTEREN KUPPELHALLE —, bei der

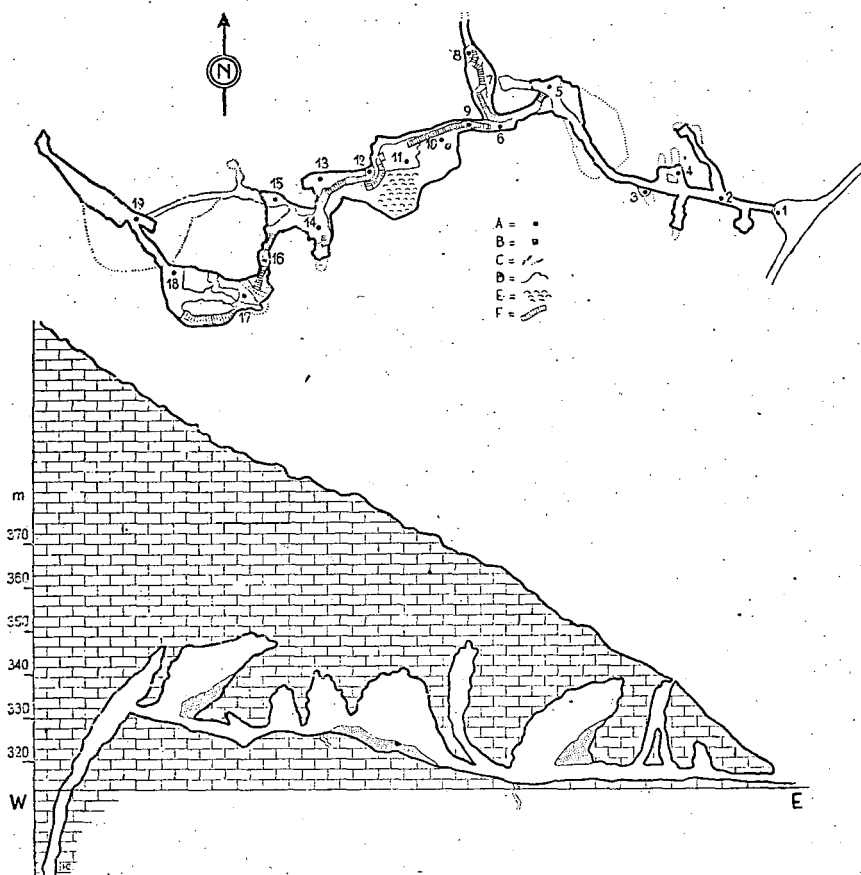


Abb. 1. Die Kartenskizze und der Vertikaldurchschnittsriß der István-Tropfsteinhöhle

Künstlicher Stollen:

1. Eingang, 2. Büro, 3. Schacht I., 4. Schacht II., 5. Grosser Saal, 6. Entdeckungszweig „Tordai Kluft“:

7. Treppenaufgang, 8. Gloriette 9. Treppenabsatz

Grosse Kuppelhalle:

10. Tröpfelmesser, 11. Riesiger Wasserfall, 12. Bastei, 13. Basteidurchweg, 14. Säulensaal (Erfrischender Teich), 15. Theatersaal, 16. Bergwerkstollen, 17. Schmäler Saal, 18. Hintere Halle

Abhängiger Schacht:

19. Riesentorte

A = Messstellen
B = Tröpfelmesser
C = Vom Terrain der Höhle nach oben verzweigende Aushöhlungen
D = Innere Formationen der Höhle
E = Kalktuff-Bildungen
F = Treppen

RIESENTORTE in 336 m und bei der höchsten Treppe des Aufganges zur TORDAI KLUFT —, in 334 m.

Der Höhenunterschied zwischen dem Eingang und dem höchsten Punkt des gangbaren Teiles der Höhle ist also 18–20 m.

Der natürliche Schacht der ISTVÁN HÖHLE ist auf der Bergseite der MISKOLC—EGER Landstrasse in W Richtung in 19 m Höhe. Die mit Sträuchern bedeckte Öffnung ist rund und hat einen Durchmesser von 2 m. Vor dem Jahre 1931 konnte man die Höhle durch diesen Schacht erreichen. In diesem Jahre wurde ein 55 m langer künstlicher Stollen geöffnet.

Die Ausmasse der István-Höhle

Der künstliche Stollen ist ein 55 m langer, 2 m breiter und 2,5 m hoher Korridor. Der Korridor wurde im Felsen geöffnet bzw. die geöffneten Aushöhlungen wurden erweitert, verbreitert.

Der GROSSE SAAL besitzt eine 8,8 m mal 16,3 m grosse, unförmige Grundfläche und eine 19 m hohe hallenartige Höhle. Der grösste Teil des Saales ist von Ton bedeckt. Der Wasserschlinger des Saales ist mit einer Eisendecke geschlossen, das Wasser der Höhle ist da in die unteren Höhlengänge abgeflossen.

Der ENTDECKUNGSZWEIG ist ein 2 m breiter und 2,16 m hoher Korridor, der vor dem Aufschluss vom Material ganz ausgefüllt war. Aus diesem Korridor verzweigt sich der Weg in zwei Richtungen: rechts in die TORDAI KLUFT und gerade in die GROSSE KUPPELHALLE.

In die TORDAI KLUFT können wir durch einen Korridor mit Treppen hinaufgehen. 72 Treppen führen zur GLORIETTE. Der Durchmesser des Korridors schwankt zwischen 3,4–4,1–3,7–1,0 m. Die Höhe der GLORIETTE ist 13 m, der Plafond der Kluft ist von da noch 15,7 m. Also ist die TORDAI KLUFT 29 m hoch und das ist zugleich der höchste Teil der Höhle. Von dem ENTDECKUNGSZWEIG kommen wir ebenfalls durch Treppen in die GROSSE KUPPELHALLE die 10 m breit, 20 m lang und 19,6 m hoch ist. Im Vorderteil der GROSSEN KUPPELHALLE links wurde die Tröpfelmesserstation auf Tonsediment aufgestellt. Das Karstwasser der obersten Étage in der ISTVÁN HÖHLE hat die wunderbare Kalktuff-Bildung des RIESIGEN WASSERFALLS in der GROSSEN KUPPELHALLE geschöpft. In der GROSSEN KUPPELHALLE können wir die schönsten Tropfsteinbildungen der Höhle sehen.

Aus der GROSSEN KUPPELHALLE kommen wir durch die BASTEI — die 330 m hoch über dem Meeresspiegel liegt — in den SÄULENSAAL, dessen Durchmesser zwischen 6,7–5,5 und 15,0 m ist und seine Höhe 12,25 m erreicht. Im SÄULENSAAL finden wir den vom starken Tröpfeln stammenden ERFRISCHENDEN TEICH, dessen Oberfläche 3, m², Temperatur 9,6°C ist.

Der SÄULENSAAL ist durch eine schmale Felsenwand vom THEATERSAAL getrennt, der 7,5 m breit, 10,0 m lang, und 9,85 m hohe ovale, grössere Höhle ist.

Aus dem THEATERSAAL kommen wir durch den Bergbaustollen in eine 2–3 m breite, 8 m lange und 4–5 m hohe Höhle, in den sogenannten SCHMALEN SAAL.

Aus diesem SCHMALEN SAAL können wir durch 32 breite Treppen — welche durch einen künstlichen Stollen führen — die HINTERE HALLE erreichen. Die HINTERE HALLE ist eine 8,5 m lange, 6 m breite, 20 bzw. 21,5 m hohe hallenartige Aushöhlung.

Aus der HINTEREN HALLE kommen wir wieder durch einen künstlichen Stollen zum ABHÄNGIGEN SCHACHT, bzw. zur am Rand des Schachtes stehenden RIESENTORTE. Der Durchmesser bei der RIESENTORTE ist 2,2 m, die Höhe der Kluft ist 10,9 m. Die Tiefe des ABHÄNGIGEN SCHACHTS ist 45 m.

Bei niederschlagsreichem Wetter werden der Stollen und der Schacht mit Wasser bedeckt.

Das Mikroklima der István-Höhle

Die Temperatur

In der ISTVÁN-HÖHLE bei LILLAFÜRED habe ich vom Eingang bis zur ABHÄNGIGEN SCHACHT — genauer bis zur RIESENTORTE — welche sich am Rand des ABHÄNGIGEN SCHACHTES befindet, an allen wichtigeren Stellen Temperaturmessungen durchgeführt. Die Beobachtungen wurden am Sonntag zwischen 8 und 12^h, an Wochentagen zwischen 16 und 19^h durchgeführt. Bei den Temperaturbeobachtungen wurden Stationsthermometer, Assmannsche Psychrometer und ein Thermograph benutzt.

Die bodennahe Temperatur habe ich mit Stationsthermometern (in 5 cm Höhe) gemessen. Tabelle IV. zeigt einige Angaben.

TABELLE IV.

Bodennahe Lufttemperaturen [in 5 cm Höhe über dem Boden] in der István-Höhle

Messstellen	17. 10. 1960. °C	2. 11. 1960. °C	5. 2. 1961. °C	11. 3. 1961 °C
Künstlicher Stollen				
2.			2,4	
3.	8,8	8,9	3,0	
5.	9,2	9,0	6,0	7,8
6.	9,3	9,3	5,9	7,8
Tordai Kluft				
7.			9,1	
8.	9,4	9,4	9,2	9,1
Grosse Kuppelhalle				
10.			7,7	
11.	9,6	9,6	8,2	8,8
12.	9,9	9,9	8,9	
13.			8,9	
14.	9,4	9,4	9,4	9,3
15.	9,4	9,4	9,4	
16.			9,4	
17.			9,4	
18.	9,4	9,4	9,4	
19.	9,4	9,4	9,4	

Diese Angaben beweisen, dass die Strecke des Künstlichen Aufschlusses welche zwischen dem natürlichen Schacht und dem Eingang liegt, der äusseren Temperaturveränderungen gemäss eine ständige Temperaturschwankung zeigt. Vom GROSSEN SAAL durch den ENTDECKUNGSZWEIG bis zur BASTEI gibt es keine Temperaturschwankung, aber während des Winters nimmt die Lufttemperatur immer mehr ab. Diese Feststellungen wurden von den mit Psychrometer in 80 cm Höhe bestimmten Temperaturangaben bestätigt. (Tabelle V.). In der Sommer-Jahreshälfte können wir eine ständige, langsame Erwärmung beobachten. Während eines Jahres war die Temperaturschwankung im ENTDECKUNGSZWEIG 4,2°C, und bei der BASTEI nur 1°C. Weiter hinein von der BASTEI in der Nähe des Höhlenbodenniveaus können wir die Temperaturwerte als ständige

TABELLE V.

Temperaturen in 80 cm Höhe über dem Boden in der István-Höhle

	27. 11. 1960 °C	1. 1. 1961 °C	26. 1. 1961 °C	9. 3. 1961 °C
1.		1,6	—5,0	
2.		4,1	0,7	6,8
3.		6,6	3,4	6,4
5.		7,0	5,2	7,1
6.		9,0	5,1	7,7
8.		9,5	9,2	9,0
Grosse Kuppelhalle				
11.	9,5	9,6	7,2	8,8
12.	9,7	9,7	9,1	9,2
13.	9,9			
14.	9,5	9,8	9,4	9,4
15.			9,5	9,4
17.		9,8	9,6	9,6
18.	9,6	9,6	9,6	9,6
19.			9,6	9,4

Werte annehmen, sie verändern sich weder im Sommer noch im Winter. Die äussere Temperaturschwankung übt da schon keine Wirkung aus.

Über die Temperaturangaben — die mit Thermograph in der ISTVÁN-HÖHLE in 1 m Höhe gemessen wurden — gibt die Tabelle VI. eine Übersicht. Die über dem Höhlenbodenniveau beobachteten Temperaturfeststellungen sind auch von den Angaben der Thermographbänder bestätigt. Im KÜSTLICHEN STOLLEN verändert sich die Temperatur der äusseren Temperatur gemäss. Die nächtliche Abkühlung und die tägliche Erwärmung sind nachweisbar. Die Temperaturamplitude kann unter den Schächten auch 1—2°C erreichen. Im Raum des GROSSEN SAALES und des RIESIGEN WASSERFALLS ist die Temperaturveränderung kaum merkbar und sie ist vom äusseren Temperaturgang verschieden. Die da nachweisbare geringe Erwärmung kann wahrscheinlich von der Wärmewirkung der starken Reflektoren — welche gelegentlich der Besuche brennen — verursacht werden.

TABELLE VI.

Mit Thermograph gemessene Lufttemperaturen in 80 cm Höhe über dem Boden
in der István-Höhle

Messstelle	Zeit der Messung	Lufttemperatur in °C
3. Unter Schacht I.	4—15. 12. 1960	3,0—5,0
	28. 1—5. 2. 1961	2,0—3,5
4. Unter Schacht II.	25—29. 12. 1960	0,0—3,0
5. Grosser Saal	1—4. 12. 1960	6,0
	5—9. 2. 1961	4,0
12. Bastei	27. 11. — 1. 12. 1960	9,4
18. Hintere Halle	12. 4. — 22. 5. 1960	10,0
19. Riesentorte	15. 5. — 22. 5. 1960	10,0
	1. 1. — 8. 1. 1961	10,0

Auf Grund unserer Temperaturbeobachtungen können wir die ISTVÁN TROPFSTEINHÖHLE bei LILLAFÜRED von klimatologischem Gesichtspunkt aus in 3 Zonen teilen. Diese sind folgende:

I. Zone. Der äusserste Teil: der KÜNSTLICHE STOLLEN zwischen dem EINGANG und dem SCHACHT.

II. Zone. Der äusserste Teil: vom GROSSEN SAAL bis zur BASTEI.

III. Zone. Der innerste Teil: von der BASTEI bis zum ABHÄNGIGEN STOLLEN, bzw. weiter bis zum Ende der Höhle.

Die Temperatur der ersten Zone schwankt abhängig von der äusseren Temperatur, die Temperaturamplitude ist mehr als 6°C.

In der zweiten Zone können wir eine jahreszeitliche, langsame Veränderung beobachten, die Temperaturveränderung erreicht nicht 6°C. In der dritten Zone ist die Temperatur stabil. Die Temperaturschwankung unserer Instrumenten ist während der Beobachtungszeit unter 1°C geblieben. (Abb. 2.)

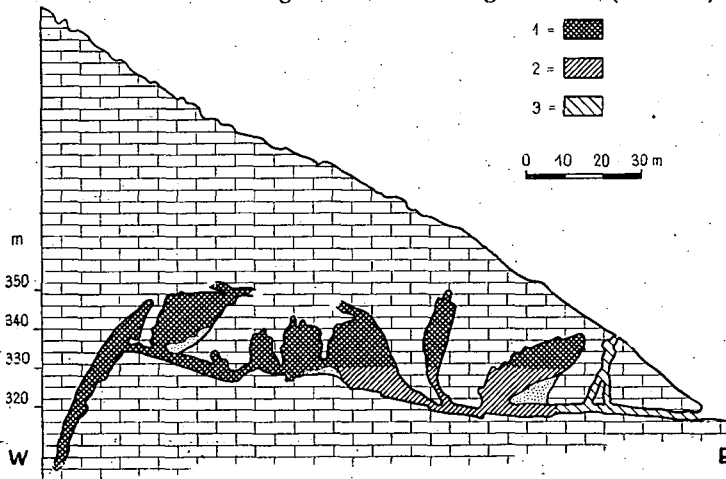


Abb. 2. Abteilung der István-Höhle in drei Zonen auf Grund der Temperaturschwankung

3. = I. Die Temperatur schwankt abhängig von der äusseren Temperatur
2. = II. Die Temperatur schwankt jahreszeitlich
1. = III. Die Temperatur ist stabil (die Schwankung 1°C).

Die Temperatur — Abteilungen wurden auch von meinen Windmessungen bestätigt.

Dampfdruck und Feuchtigkeit

Den Dunstdruck und die Feuchtigkeit habe ich am 27. November, am 1. und 26. Januar und am 9. März mit Psychrometer-Beobachtungen bestimmt. Zum kontinuierlichen Messen der relativen Feuchtigkeit habe ich Hygrographen benützt. Die Beobachtungen wurden in 1 m Höhe durchgeführt. (Tabelle VII.—VIII.)

Es folgt vom Charakter der Höhle, dass dort der Dunstgehalt der Luft hoch ist, denn durch den Plafond der Höhle dringt das Niederschlagswasser in verschiedenem Masse ein, und es kommt als ein ständiges Tröpfeln vor. Es gibt doch Unterschiede in den einzelnen Teilen der Höhle.

Die Werte des absoluten Dunstgehalts zeigen, dass die Schwankungen im KÜNSTLICHEN STOLLEN BEIM BÜRO (4,7—5,5—6,8 mm (und unter im KÜNSTLICHEN SCHACHT (4,8—6,7 mm), weiterhin im GROSSEN SAALE (5,6—7,4 mm) und im ENTDECKUNGSZWEIG (6,0—7,6—8,5 mm) am grössten sind. In anderen Teilen der Höhle ist der absolute Dunstgehalt — mit geringer Schwankung — hoch: 8,7—9,0 mm. Der durchschnittliche absolute Dunstgehalt der Höhle ist 8,8 mm.

Die relativen Werte der Luftfeuchtigkeit zeigen, dass die relative Feuchtigkeit unter dem OFFENEN SCHACHT, im KÜNSTLICHEN STOLLEN, weiter im ENTDECKUNGSZWEIG von der äusseren Temperatur abhängt. Nach den Angaben des Hygrographen war sie unter dem SCHACHT am 6. Dezember 1960 am Mittag 74%, am 7. 86%, am 24. am Mittag 84%, am 25. am Mittag 86%. Andersmal war die relative Luftfeuchtigkeit auch da 89—96%. Die relative Luftfeuchtigkeit dieser Teile, die binnen des ENTDECKUNGSZWEIGES liegen, ist 98—100%. *In niederschlagsreichem Wetter ist die Feuchtigkeit überall 100%.*

Ebenso wie bei den Lufttemperaturmessungen konnte ich bei den Luftfeuchtigkeitsmessungen auch beobachten, dass die Instrumente unter dem SCHACHT beim Frontdurchgang reagieren, aber in den anderen Teilen der Höhle schon nicht.

Der Niederschlag und das Tröpfeln in der Höhle

Der gangbare Teil der ISTVÁN-HÖHLE bei LILLAFÜRED ist trocken. Es fliesst dort kein Bach. Auf die Niederschlagsverhältnisse der Höhle können wir nur aus dem Tröpfeln folgern. Es bereitet Schwierigkeiten, dass im zur Höhle gehörenden Zuflussgebiet des Plateaus weder meteorologische, noch niederschlagsmessende Stationen gibt; so muss ich die Angaben des Tröpfelns in der Höhle mit den Niederschlagsangaben der meteorologischen Station von LILLAFÜRED vergleichen.

Die Menge der durch die Kalksteine der BÜKK-PLATEAUS hinunterdringenden und vom Plafond der Höhlen tröpfelnden Karstwässer und die Wassermenge der von Höhlenbächern stammenden Karstquellen verändert sich ständig der auf das BÜKK-PLATEAU herabfallenden Niederschlagsmenge gemäss. Die Angaben der beiliegenden Tabelle zeigen klar, dass das Tröpfeln des Karstwässers und die Niederschlagsmenge der Oberfläche in engem Zusammenhang stehen. Tab. IX. Die Menge des Tröpfelns in der Höhle ist in Zusammenhang mit den Niederschlagsverhältnissen. Während des Abfliessens durch die Kalk-

TABELLE VII.

Dampfdruck und mit Psychrometer gemessene relative Feuchtigkeit in der István-Höhle

Messstelle	27. 11. 1960		1. 1. 1961		26. 1. 1961		9. 3. 1961	
	Dampfdruck	Feuchtigkeit %	Dampfdruck	Feuchtigkeit %	Dampfdruck	Feuchtigkeit %	Dampfdruck	Feuchtigkeit %
1.			4,8	93				
2.			5,5	90	4,7	96	6,8	92
3.			6,7	92	4,8	82		
5.			7,4	99	5,6	84	7,3	96
6.			8,5	99	6,0	91	7,6	96
8.			8,9	100	8,7	99	8,5	99
Grosse Kuppelhalle								
11.	8,7	98	8,9	99	8,8	99	8,3	98
12.	8,8	98	8,9	99	8,8	98	8,7	100
13.	8,9	98						
Säulensaal								
14.	8,8	99	9,0	99	8,7	99	8,7	99
15.					8,8	99	8,7	99
17.			9,0	99	8,8	99	8,6	96
18.	8,7	98	9,0	100	8,9	99	8,7	98
19.					9,8	99	8,6	98

TABELLE VIII.

Mit Hygrograph gemessene Luftfeuchtigkeit in der István-Höhle

Messstelle	Zeitdauer	Luftfeuchtigkeit in %
3. Unter Schacht I.	15—18. 12. 1960	95—96
	18—25. 12. 1960	84—97
	25—29. 12. 1960	86—92
4. Unter Schacht II.	4—11. 12. 1960	74—96
	11—15. 12. 1960	93—95
11. Riesiger Wasserfall	29. 12. 1960—1. 1. 1961	98
18. Hintere Halle	25. 4. — 1. 5. 1960	98—99
	1. 5. — 8. 5. 1960	98—100
19. Riesentorte	17. 4. — 24. 4. 1960	98—99
	15. 5. — 22. 5. 1960	98—100

schichten halten der Niederschlag und das Tröpfeln im allgemeinen ein Gleichgewicht. Wenn der Regen in entsprechenden Zeitintervallen kommt, dann gibt es keine grossen Schwankungen im Niederschlag und im Tröpfeln. Der Boden wird nicht trocken. Das wird in vielen Fällen durch die Angaben der Tabelle bestätigt.

Die Abnahme und Zunahme der Tröpfelmenge der ISTVÁN-HÖHLE BEI LILLAFÜRED wird von der Wasseraufnahmefähigkeit der Kalkschichten im Zuflussgebiet des BÜKK-PLATEAUS bestimmt. Die Wasseraufnahmefähigkeit steht unter dem Einfluss des dauerhaft trockenen oder feuchten Wetters. Das dauerhaft trockene Wetter trocknet die Oberfläche des Sammelgebietes stark aus. In diesem Fall kann das Kalksteingebiet grössere Niederschlagsmenge einnehmen und reservieren, ohne dass ein Tröpfeln in der Höhle erscheint. Dagegen bei Niederschlagsreichem Wetter sind die Gänge der Bodenoberfläche gesättigt, und so nimmt das Tröpfeln auch bei geringem Niederschlag zu.

Zwischen der Intensität des Tröpfelns und der Niederschlagsmenge kann man — auf Grund der Tabelle — noch folgenden Zusammenhang feststellen.

Es gibt Niederschlag aber kein Tröpfeln in der Höhle. Dieser Fall kommt im Winter vor, wenn der Boden an den kalten, rauen Tagen gefroren ist; der Niederschlag als Schnee bleibt auf der Oberfläche und fliesst nicht in den Boden. So z.B. im Januar 1960 fiel 30,7 mm Niederschlag als Schnee, und es gab überhaupt kein Tröpfeln, ausgenommen an den zwei letzten Tagen des Monats.

Das Tröpfeln nimmt in grossem Masse zu, obwohl Niederschlag nicht, oder nur in geringer Menge fällt. Dieser Fall kommt beim Tauen vor, der Boden taut auch, das Wasser fliesst schnell in den durstigen Boden und die Menge des Tröpfelns nimmt in einigen Tagen in erheblichen Masse zu; z. B. am Ende Januar und am Anfang Februar 1960 hat das Tröpfeln ohne Niederschlag von 2 cm³ auf 45 cm³ bzw. auf 470 cm³ zugenommen. Im Jahre 1957 taute es schon Mitte Februar und das Tauen begann so plötzlich, dass die Menge des Tröpfelns in zwei Tagen von 0,0 auf 10 000 cm³ zugenommen hat. Ein anderer Fall ist, wenn der Boden mit Niederschlag gesättigt ist. Dann ist eine geringe Niederschlagsmenge genug dazu, dass ein grösseres Tröpfeln folgt. Das kommt am meisten im April oder Mai vor, z.B. am 3. Mai 1958 auf 0,6 mm Niederschlag folgte eine Zunahme des Tröpfelns von 1400 auf 1680 cm³, am 13. Mai 1,3 mm Regen von 970 auf 1120 cm³, usw.

TABELLE IX.

Die Niederschlagsmenge (mm) zu Lillafüred und das Höhlentröpfeln (cm³) in der István-Höhle

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember												
1.	—	—	1,5	470	—	130	—	2900	1,5	380	—	70	—	190	—	10	—	250	4,6	30	—	—	—	4760
2.	—	—	—	350	—	100	—	1750	1,3	410	—	60	—	150	—	10	—	220	5,5	20	—	—	—	4580
3.	2,5	—	—	500	—	100	—	1700	2,7	190	—	60	—	130	—	30	0,3	210	—	10	1,0	—	—	4000
4.	—	—	—	530	—	100	—	1650	—	110	2,0	60	—	130	18,0	30	—	180	—	50	4,4	—	—	2150
5.	—	—	—	460	5,6	90	1,4	1280	—	90	0,8	60	—	120	—	30	—	180	—	50	—	—	—	1670
6.	—	—	—	570	—	90	1,0	700	—	100	12,2	60	—	110	2,5	40	5,5	170	—	—	3,0	—	—	1390
7.	11,0	—	—	320	—	110	1,4	430	—	90	0,1	50	—	110	3,3	40	1,2	130	—	—	—	—	—	1210
8.	—	—	—	360	—	120	8,8	430	7,2	90	7,0	60	—	110	—	30	—	120	3,8	—	2,6	—	2,2	1050
9.	1,0	—	—	470	—	130	3,1	450	—	100	43,5	390	—	1100	9,5	20	2,0	100	—	—	—	—	9,5	900
10.	—	—	—	510	—	110	—	420	—	100	7,8	450	—	110	33,2	570	—	70	—	—	1,8	—	5,6	850
11.	—	—	—	510	—	110	5,8	380	3,2	100	0,2	470	—	100	—	1250	—	40	2,5	—	3,8	—	0,2	650
12.	—	—	1,9	450	—	110	—	520	—	100	2,0	500	—	70	—	950	—	20	17,5	30	—	—	—	9500
13.	15,2	—	1,9	490	—	130	8,1	540	—	90	—	550	2,3	60	2,0	1100	—	50	—	40	—	—	3,0	10000
14.	—	—	2,2	420	—	130	0,4	1550	—	90	—	400	7,2	60	0,9	1100	—	50	8,4	20	17,5	—	16,2	9450
15.	—	—	3,2	310	—	130	2,4	4580	—	90	—	370	—	50	3,6	570	—	50	—	10	37,5	3780	15,7	8040
16.	1,6	—	—	270	—	120	6,4	4350	—	90	5,1	370	—	50	27,5	400	0,3	60	7,4	—	—	12900	—	9560
17.	—	—	—	230	0,3	120	0,2	3870	—	130	—	360	21,2	50	—	550	0,2	60	2,1	—	—	7150	—	8150
18.	—	—	6,8	230	0,8	120	—	3760	5,4	140	—	380	0,3	50	6,6	490	—	40	—	—	2,0	3600	—	8150
19.	—	—	0,3	240	18,2	120	—	4450	—	130	0,8	350	—	40	—	480	—	30	—	—	1,3	3150	12,8	6240
20.	—	—	—	150	4,8	1800	—	4160	—	120	—	320	—	20	16,6	500	—	30	1,9	—	15,7	3570	—	5900
21.	0,3	—	0,2	80	—	4050	—	3250	—	130	—	340	—	10	—	550	0,1	50	—	—	6,0	8750	—	8550
22.	—	—	—	60	—	3350	—	2180	2,9	110	2,5	320	14,8	50	—	650	—	30	3,1	—	—	8300	0,2	6800
23.	—	—	1,2	60	—	3590	—	1630	3,5	100	—	380	—	40	—	460	0,2	20	—	—	—	5730	—	6350
24.	—	—	3,6	100	5,0	3320	0,5	1170	—	100	—	370	4,2	40	—	270	—	20	—	—	—	4900	—	6420
25.	—	—	—	100	—	3150	0,4	670	—	100	—	330	6,9	40	—	280	—	20	2,0	—	—	4600	—	4350
26.	0,1	—	0,6	140	—	3080	1,1	400	5,3	80	—	280	12,3	40	—	270	—	10	0,2	—	—	3300	—	4730
27.	—	—	0,5	140	1,5	2900	0,5	330	—	100	5,6	250	10,6	40	—	230	—	20	4,4	—	—	2150	—	4450
28.	—	—	—	110	5,0	2800	0,2	310	0,8	100	12,0	210	4,7	40	—	190	0,6	30	—	—	—	2060	—	3100
29.	—	—	—	140	2,9	2350	3,7	350	1,0	100	—	190	—	20	—	220	1,5	30	—	—	13,7	1780	—	2430
30.	—	2	—	—	1,4	1630	—	340	8,3	100	10,0	160	—	20	1,0	280	3,7	30	—	—	5,9	3850	0,5	2430
31.	—	45	—	—	—	1320	—	—	—	100	—	—	—	10	6,5	250	—	—	0,2	—	—	—	0,2	1950
	30,7	47	24,9	8770	45,5	35510	45,4	50500	43,1	3860	99,8	7220	84,5	2160	131,2	11850	15,6	2345	63,6	260	129,2	79570	76,1	140750

Solange der Niederschlag fällt, nimmt das Tröpfeln ab. Besonders nach heissem, trockenem Wetter, im Sommer oder im Herbst kommt es vor, als die Verdunstung auch grösser ist, z.B. am 2. Juli fiel 3 mm, am 14. 7,2 mm und am 17. 21,2 mm Regen; die Menge des Tröpfelns nahm dagegen ab. Das ist verursacht dadurch, dass es in der ersten Hälfte Juli keinen Regen gab, und der Boden so trocken war, dass er eine grössere Menge von Niederschlag reservieren konnte ohne dass er als tröpfelndes Wasser die Höhle erreicht hätte. Im Oktober 1960 fiel auf der Meteorologischen Station bei LILLAFÜRED — während des ganzen Monates — 63,6 mm Niederschlag, dagegen wurde in der Höhle im ganzen Monat 260 cm³ tröpfelndes Wasser gemessen, obwohl sich der Herbstregen auf das ganze Gebiet des BÜKK-PLATEAUS, also auch auf das Gebiet der ISTVÁN-HÖHLE ausbreitete.

Gelegentlich eines Wolkenbruches oder eines längeren mehrtägigen Regens — insofern die Niederschlagsmenge täglich 60 mm erreicht, oder noch mehr ist — entstehen Höhlenfluten. Als Beispiel steht die Höhlenflut welche vom Regen der 13 und 15 Juni 1958 stammte.

Zerstörende Höhlenfluten kommen in erster Reihe beim Schneeschmelzen, in zweiter Reihe gelegentlich einer sommerlichen Wolkenbruches vor. Diese sind aber ziemlich selten. In den letzten 10 Jahren konnten wir in drei Fällen die zerstörende Arbeit einer grösseren Höhlenflut im BÜKK-GEBIRGE beobachten: in JÁVORKÚT, in PÉNZPATAK und in der ISTVÁN-HÖHLE. Der Gang der Höhlenflut am 13–15 Juni war der folgende: zwischen 4. und 10. Juni war im ganzen Lande klares Wetter. Am 10. Juni brachen kalte Luftmassen vom Westen ein, und infolge dessen entstand am 11 und am 12 Juni ein wolkenbruchartiger Regen.

Die niederschlagsmessenden Stationen des BÜKK-GEBIRGES haben gelegentlich des Wolkenbruches die folgenden Niederschlagsmengen registriert:

	10. Juni	11.	12.	13.	14–20.	Gesamt
LILLAFÜRED	0,6	66,0	44,8	1,4	—	112,8 mm
GARADNA	—	71,0	80,3	6,2	—	157,5 mm
RÉPÁSHÜTA	0,6	79,0	72,0	4,5	—	155,1 mm
JÁVORKÚT	—	68,0	81,2	15,9	—	164,1 mm

Die Stationen sind rund um das Sammelgebiet der ISTVÁN-HÖHLE. Nach der Tabelle ist die grösste Niederschlagsmenge auf dem Bükk-Plateau gefallen.

Im Folge des Wolkenbruches geschah Folgendes in der ISTVÁN-HÖHLE: am 12. Juni gab es ein stärkeres Tröpfeln; am 13. am Morgen um 8^h30^m war die Wasserflut im KÜNSTLICHEN STOLLEN 30 cm hoch, am Mittag erreichte sie schon 70–80 cm Höhe, diese nahm bis zum 14. Morgen 7^h auf 50 cm, bis Nachmittag 18^h bis auf 8–10 cm ab. Am 15. gingen die Höhlenforscher bis zu den GROSSEN SAAL hinein — da war schon das Wasser bis zur Taille der Menschen —, und sie öffneten die eisernen Türe des Schachtes. Nach einigen Tagen konnten sie in die Höhle kommen, aber nur bis zum BERGBAUSTOLLEN, denn dieser war bis zum Plafond unter Wasser. Nach einer späteren Feststellung war das Wasser durch den ABHÄNGIGEN SCHACHT aufgebrochen. Es ist interessant, dass in der TORDAI-KLUFT nur das Tröpfeln stärker war ohne Flutzerstörung. In der ISTVÁN-HÖHLE wälzte sich eine 1,5 m hohe Wassermenge, sie hatte die Wege und Schränke beschädigt, und in den elektrischen Kabeln grosse Schaden angerichtet.

Nach dem Abfließen der Flut blieb eine 10–15 cm dicke Schlammschicht in der Höhle zurück.

Auf der Tonbank, auf der linken Seite der in die GROSSE KUPPELHALLE führenden Treppe wird das Tröpfeln schon seit 6 Jahren (von 1. Febr. 1955) regelmässig gemessen.

Zur Analyse der Tröpfelnverhältnissen der ISTVÁN-HÖHLE habe ich eine Tabelle gemacht mit den täglichen und monatlichen Niederschlagsangaben der Tröpfelmesser-Station der ISTVÁN-HÖHLE bei LILLAFÜRED und der Meteorologischen Station bei LILLAFÜRED vom Jahre 1960. Weiterhin habe ich Vergleichstabelle gemacht mit den Summen des Durchschnitts der letzten 6 Jahren der ISTVÁN HÖHLE und des Tröpfelns des Jahres 1960 und des 50-jährigen Durchschnitts der Station bei LILLAFÜRED und der monatlichen Niederschlagsmenge des Jahres 1960.

Die Luftbewegung

Die Untersuchung der Luftbewegung habe ich zwischen dem 10. und 15. März 1961 durchgeführt. Zu den Messungen habe ich Flügelradanemometer benutzt, sie waren auch dazu geeignet, dass ich die Geschwindigkeit der vertikalen Luftbewegung bestimme. (Tabelle X.)

TABELLE X.

Die Geschwindigkeit der Luftbewegung in m/min in der István-Höhle

Messstelle	5 cm über dem Boden bei geschlossener offener Tür		100 cm geschlossener offener Tür		200 cm geschlossener offener Tür	
1.	63	70	10	73	0,5	61
2.	0	17	0	14,8	0	40
3.	0	17	0	6,4	0	6,8
4.	—	—	—	—	3	12
5.	0	10,2	0	4,2	0	2,2
6.	0	0	0	0	0	0

1. In der Tür
2. Beim Büro
3. Unter Schacht I.
4. In Schacht I.
5. Im Künstlichen Stollen 30 m
6. Beim Eingang des Grossen Saales

Aus der Tabelle wird es klar, dass bei geschlossenen Türen in der Höhle keine Luftbewegung ist, dagegen wenn die Tür offen ist, kann man eine Luftbewegung bis zum KÜNSTLICHEN STOLLEN spüren. In den inneren Räumen der Höhle machte mich der Zigarettenrauch darauf aufmerksam, dass obwohl keine horizontale Bewegung gab, eine vertikale Bewegung doch vorhanden war. Wir haben diese Bewegung mit Instrumenten gemessen und die folgenden Ergebnisse gewonnen:

Im SÄULENSAAL	3 m/min
Im THEATERSAAL	1 m/min
In der GROSSEN KUPPELHALLE	1—5 m/min
In der HINTEREN HALLE	1—5 m/min
LEJTŐS SCHACHT	1 m/min

Im SCHACHT bei geschlossenen Türen ist die Luftbewegung aufwärts 3 m/min, bei geöffneten Türen ist die Geschwindigkeit der vom SCHACHT herabdringenden Luft 12 m/min. Diesen Wert bekam ich bei sehr schwachem Oberflächenwind im Freien. Als eine interessante Tatsache erwähne ich, dass im KÜNSTLICHEN STOLLEN die Luftbewegung Stösse zeigte, während des Messens blieb die Schaufel des Windmessers stehen und mehrmals wurde zunehmende Luftbewegung gemessen.

Die Untersuchung der Luftbewegung muss öfters wiederholt werden, denn man kann annehmen, dass die Hohle des Plafonds im Verursachen der vertikalen Luftbewegung eine Rolle spielen, dagegen die starken Reflektoren eine störende Wirkung ausüben.

Die Forrás-Höhle

Die FORRÁS-HÖHLE — ihrem älteren Namen nach ANNA — oder HÁMORI-HÖHLE — ist unter dem PALOTA HOTEL und unter dessen Garten in diluvialen Kalktuff, der von dem sich ständig verändernden Wasserfall des SZINVA und GARADNA Baches abgelagert wurde — entstanden. Wegen der Veränderung des Wasserfalls sind im Kalktuff Höhlen entstanden.

Die Entdeckung der Höhle fand in 1770 statt, als wegen der besseren Ausnützung der von Kalktuffen herabfliessenden Quelle für die Eisenhammer ein 90 m langer künstlicher Stollen in den Kalktuff geführt wurde; gleichzeitig schloss man das aus kleineren und grösseren Höhlen bestehende, zusammenhängige Höhlensystem auf. Sie wurde sogar für Gäste geöffnet.

In 1912 hat Ottokár Kadic die vergessene Höhle neu geöffnet, gemessen und bekannt gemacht. In 1927 — gelegentlich des Bauens des Hotels Palota — haben die Forstwirtschaftlichen Behörden die Höhle in Ordnung gebracht, mit Beleuchtung versehen und für den Fremdenverkehr geöffnet. Die Quellen der Höhle wurden in 1951 vom Wasserwirtschaftlichen Forschungsinstitut für die Wasserversorgung von MISKOLC in Beschlag genommen.

Die geografische Lage der FORRÁS-HÖHLE ist: 48°06, N, 20°38' E. Drei 7 m hohe Säle der Höhle wurden mit künstlichen Stollen verbunden. Der EINGANG der Höhle liegt 264 m über dem Meeresspiegel. Der Höhenunterschied zwischen den vom Publikum besuchten Teilen — auf einer ungefähr 270 m langer Strecke — ist 8—10 m.

Das Mikroklima der Forrás-Höhle

Die Temperatur

In der FORRÁS-HÖHLE BEI LILLAFÜRED habe ich in den — auf der beiliegenden Karte angezeichneten Höhlungen zu den in Tabelle XI. angegebenen Zeitpunkten in 5 cm Höhe über dem Boden Temperaturmessungen durchgeführt. (Abb. 3.)

Die Bänder des Thermographs zeigen die folgenden Angaben:

Messstelle	Zeit	Temperatur in °C
3. HALL	25—29. 1. 1961	8,8
9. HERZSAAL	8—12. 1. 1961	10,1
10. TRAUERWEIDENSAAL	9—11. 6. 1960	9,0
	16—22. 1. 1961	9,0
11. TROPFSTEINSAAL	12—23. 6. 1960	9,5
	22—25. 1. 1961	9,0

Nach den Angaben der Temperaturtabelle sind die Temperaturen der inneren Höhlen verschieden. Die höchste Temperatur wurde im HERZSAAL (11,7), die niedrigste im KÜNSTLICHEN STOLLEN (6,8) und in der HALLE (9,6)

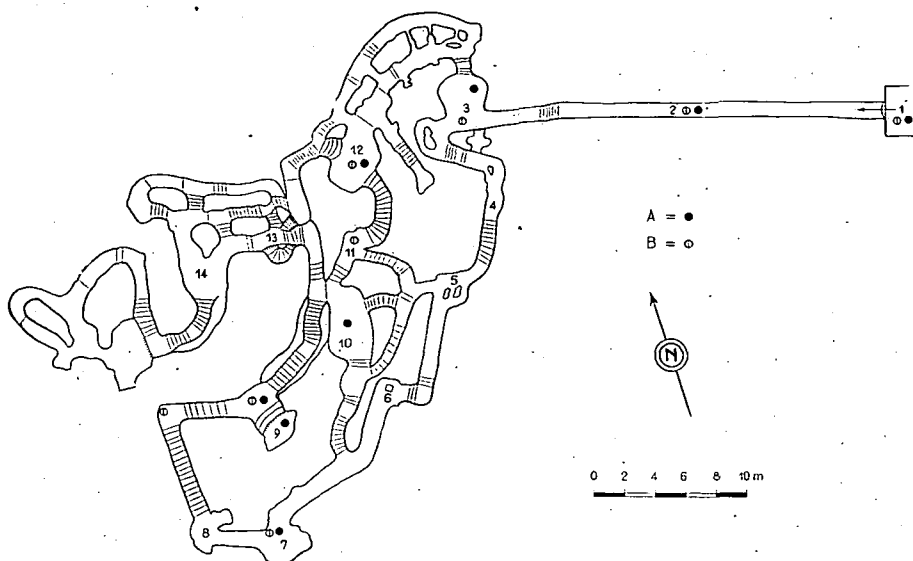


Abb. 3. Die Kartenskizze der Forrás-Höhle

1. Eingang, 2. Künstlicher Stollen, 3. Halle, 4. Ausgebuchteter Gang, 5. Tripeltor, 6. Untere Quelle, 7. Nordlichtsaal, 8. Tropfsteintor, 9. Herzsaal, 10. Trauerweidensaal, 11. Kleiner Saal, 12. Tropfsteinsaal, 13. Höhle, 14. Verzaubertes Kastell

gemessen. Die Temperaturunterschiede sind teilweise von Niveauunterschieden abhängig, teilweise stehen sie durch die Ausgänge oder durch die Hohle des Plafonds der Kalktuff-Höhle in Verbindung mit dem Anstieg oder Sinken der äusseren Temperatur.

Die Temperaturschwankungen sind vollkommen von der Schwankung der äusseren Temperatur abhängig. Nach den Angaben des Stationsthermometers, wenn das Monatsmittel der äusseren Temperatur über 5°C ist, ist das der Höhlen über 11°C , wenn das Monatsmittel der äusseren Temperatur 5° — -5°C ist, ist das in der Höhle 10 — 11°C , wenn das Monatsmittel der äusseren Temperatur unter -5° ist, ist das in der Höhle unter 10°C , ausgenommen den HERZ-

SAAL, wo die Temperatur — mit Ausnahme einer Messung — immer über 11°C war.

Ausserdem registrieren die Thermographie im Sommer und im Winter eine überaus langsame, jahreszeitliche Veränderung.

TABELLE XI.

Bodennahe Lufttemperaturen (in 5 cm Höhe über dem Boden) in der Forrás-Höhle

Messstelle	1960					1961	
	17,10	24,10	2,11	8,1	25,1	25,2	13,3
						bei geschlossener offener Tür	
1.	9,6				-2,6		-10,8
2.	10,6	10,6	11,0		6,8	9,8	9,1
3.		11,2	11,1		9,6	9,6	9,6
7.		11,1	11,3	10,4	10,2	11,1	9,7
9.		11,2	11,7	11,0	10,4	11,2	11,1
10.		11,0	11,3	10,6	10,5	11,2	9,9
12.	11,0	11,2	11,2	10,9	10,5	11,1	9,9
13.	11,3	10,7	11,2				

Die Temperaturveränderung der inneren Höhlen war zwischen Oktober 1960 und März 1961 die folgende: In der HALLE und im NORDLICHTSAAL 1,6°C, im HERZSAAL, im TRAUERWEIDENSAAL und im TROPFSTEINSAAL 1,3°C.

Im Dunstgehalt und in der Feuchtigkeit zeigt sich eine grössere Schwankung nur im KÜNSTLICHEN STOLLEN. Der Dunstdruck sinkt in der HALLE unter 9,0 mm, aber in der anderen Teilen der Höhle ist er überall über 9,0 mm. Die Feuchtigkeitswerte in der Höhle schwanken — die Halle auch eingerechnet — zwischen 98 und 100%. (Tabelle XII.)

TABELLE XII.

Wasserdampfdruck und Luftfeuchtigkeit in der Forrás-Höhle

Messstelle	2. 11. 1960.		8. 1. 1961.		25. 1. 1961.		13. 1. 1961.	
	Dampfdruck	Luft- feuchtigkeit %	Dampfdruck	Luft- feuchtigkeit %	Dampfdruck	Luft- feuchtigkeit %	Dampfdruck	Luft- feuchtigkeit %
1.			4,5	97	2,9	71		
2.	9,5	98	8,4	100	7,0	97	8,5	99
3.	9,7	98	9,2	98	8,9	99	8,4	98
7.	9,5	97	9,2	99	9,2	99	8,1	97
9.	10,1	100	9,5	97	9,3	99	8,4	98
10.	9,5	98	9,4	98	9,2	99	8,3	100
12.	9,5	97	9,5	99	9,3	99	8,4	98
13.	9,4	98						

Der Plafond der Höhlen tröpfelt. Am stärksten im HERZSAAL, am schwächsten im NORDLICHTSAAL. An mehreren Stellen befinden sich schöne Tropfsteinbildungen. Im NORDLICHTSAAL und in der HALLE ist der Boden trocken, in den anderen Räumen feucht. Der Hauch ist überall sichtbar.

Die Luftbewegung

Zur Bestimmung der Luftbewegung habe ich ein Schalenanemometer benützt. Die Messungen habe ich am 13. und 14. März 1961 durchgeführt.

Die Messungswerte waren die folgenden; Der EINGANG DER FORRÁS-HÖHLE ist von Bergen umgeben, er ist ein beschatteter Platz, wo der Wind eine wirbelnde, sich stossenförmig verändernde Bewegung zeigt. Die Windstärke veränderte sich — nach dem Anemometer zwischen 48—61 m/min. In dem KÜNSTLICHEN STOLLEN ungefähr 10 m vom EINGANG, habe ich bei geschlossenen Türen 1,8 und 6,1 m/min bei geöffneter Türe 10 und 12 m/min gemessen. In der HALLE war bei geschlossener Türe schon keine Bewegung, aber bei geöffneter Türe habe ich 3,2 m/min gemessen. In den anderen Höhlungen war weder bei geöffneter, noch bei geschlossener Türe Luftbewegung. Diese Messungen beziehen sich auf horizontale Bewegung.

Nämlich ist in den Höhlen — im Gegenteil zur horizontaler Bewegung, welche nicht nachweisbar ist — vertikale Bewegung mit Instrumenten zu beobachten, deren Angaben die folgenden sind: in der HALLE 2,4, im NORDLICHTSAAL 0,2—0,7 im HERZSAAL 1,6, im TRAUERWEIDENSAAL 6,9, und im TROPFSTEINSAAL 2,5 m/min. Also war die stärkste vertikale Bewegung im TRAUERWEIDENSAAL, die schwächste im NORDLICHTSAAL. In der TREPPENKRÜMMUNG DES KÜNSTLICHEN GANGES neben der HERZHÖHLE ist ein Loch mit 20 cm Durchmesser zu weiteren Gängen, in dieser Öffnung habe ich 5,2—7,8 m/min, weiter in einer 50 cm Öffnung, welche vom TROPFSTEINSAAL zur HÖHLE führt, 3,1—5,1 m/min vertikale Bewegung gemessen. Diese vertikale Bewegung wird von der Saugenwirkung der vielen kleineren, die Kalktuffhöhle charakterisierenden Höhlen verursacht.

Beim Besuch der Höhle brennen im NORDLICHTSAAL 3, im HERZSAAL 5, im TROPFSTEINSAAL 6 usw. 100—100 W Leuchter. Das Mikroklima der Höhle wird in gewissem Masse von diesen Reflektoren beeinflusst und sie wirken bei der vertikalen Luftbewegung auch mit.

Zusammenfassung

In meiner Abhandlung habe ich versucht, das Mikroklima der Höhlen von LILLAFÜRED bekannt zu machen. Meine Untersuchungen richteten sich vor allem auf die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Veränderungen der Luftbewegung. Um die in den Höhlen herrschenden Mikroklimaverhältnisse besser darzustellen, habe ich zuerst die Mikroklimaverhältnisse im östlichen Gebiete des BÜKK-GEIRGES beschrieben.

Die ISTVÁN-HÖHLE und die FORRÁS-HÖHLE sind von den äusseren oberflächlichen Klimaeinwirkungen durch dicke Felsmassen getrennt und infolgedessen haben sich in diesen Höhlen ganz verschiedene Mikroklimaverhältnisse ausgebildet.

Die ISTVÁN-HÖHLE VON LILLAFÜRED kann vom mikroklimatischen Gesichtspunkte aus *in drei Zonen geteilt* werden: I. Zone: der äusserste Teil, der künstliche Stollen zwischen dem EINGANG der Höhle und dem SCHACHT. Die Temperatur, die Feuchtigkeit und die Luftbewegung sind hier von der äusseren Schwankung abhängig. II. Zone: die Strecke vom GROSSEN SAAL bis zur BASTEI. Hier kann eine jahreszeitliche langsame Erwärmung bzw. Abkühlung vom äusseren jahreszeitlichen Gang abhängig beobachtet werden. III. Zone: die Strecke zwischen der Bastei und dem Ende der Höhle. In diesem Abschnitt zeigen die Werte der Temperatur und der Feuchtigkeit nur sehr geringe Schwankungen.

In der FORRÁS-KALKTUFFHÖHLE können wegen ihrer Struktur nur *zwei Zonen* unterschieden werden.

Wenn wir ein vollständiges Bild vom Mikroklima der Höhle geben wollen, müssen wir weitere Beobachtungen durchführen. Diese Abhandlung kann nur als Grundlage zur weiteren Forschungsarbeit dienen. Jedenfalls habe ich versucht, einen Überblick über das Mikroklima und die Eigentümlichkeiten der Höhlen zu geben.

LITERATUR

ERDEY, Gy.: Bükk. Budapest 1932.

Időjárási napijelentések. (Tägliche Wetterberichte.) Országos Meteorológiai Intézet, Budapest 1960, 1961.

JAKUCS, L.: Felfedező úton a föld alatt. Budapest 1959.

KADIC, O.: Az 1913. évben végzett barlangkutatásaim eredményei. — Barlangkutatás, Bd. II., Budapest 1914.

KESSLER, H. und MEGAY, G.: Lillafüred barlangjai. Miskolc 1961.

KESSLER, H.: A lillafüredi Anna-barlang forrása. — Hidrológiai közlöny, 33, Nr. 1—2, 1953.

LÁNG, S.: Hidrológiai és morfológiai tanulmányok a Bükkben. — Hidrológiai Közlöny, 34, Nr. 1—2, 1954.

WAGNER, R.: Mikroklimatárségek és térképezésük. — Földrajzi Közlemények, 80, Nr. 2, 1956.